



REGISTRO DE LA  
PROPIEDAD INDUSTRIAL

ESPAÑA

⑪ N.º de publicación: ES 2 024 763

⑫ Número de solicitud: 9000952

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>: H04R 31/00

H04R 17/00

⑭

PATENTE DE INVENCION

A6

⑮ Fecha de presentación: 03.03.90

⑯ Fecha de anuncio de la concesión: 01.03.92

⑰ Fecha de publicación del folleto de patente:  
01.03.92

⑱ Titular/es:  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
Serrano, 117  
28006 Madrid, ES

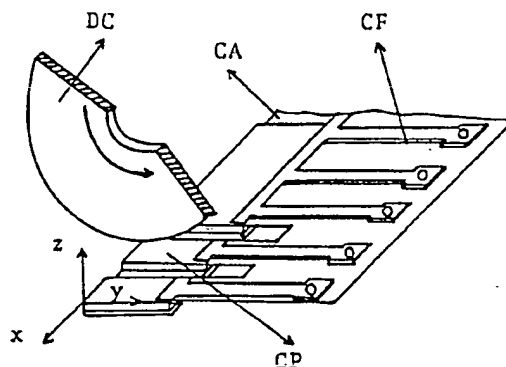
⑲ Inventor/es: Montero de Espinosa, F.R. y  
García-Olías, M<sup>a</sup> Antonia

⑳ Agente: No Consta

㉑ Título: Procedimiento de fabricación de transductores ultrasónicos piezo-eléctricos de tipo "array" de superficie emisora no plana.

㉒ Resumen:

La patente es un procedimiento para la realización de transductores piezoeléctricos tipo array. Se basa en el uso de una cerámica piezoeléctrica única que se adhiere a una malla metálica con una resina epoxy. Dicha malla actúa como adaptador de impedancias a  $\lambda/4$  y como electrodo común de masa. El circuito flexible portador de las pistas activas se suelda sobre la cerámica antes de cortarla. La cerámica se corta sobre una superficie plana, por la cara del circuito impreso (fig. 1). El número de cortes es múltiplo del número de pistas activas. Posteriormente se introduce la malla con las cerámicas en un molde, adaptándolas a la superficie del mismo rellenando posteriormente el vacío del molde con una resina epoxy cargada con alúmina (Fig. 2).



Un transductor ultrasónico piezoeléctrico es un sistema físico capaz de convertir energía eléctrica en mecánica y viceversa. Un conjunto de varios de estos transductores colocados siguiendo una geometría predefinida con el fin de que emitan en forma coordinada con un sistema de control o simultáneamente, se denomina transductor array o multielemento.

En el campo de la tecnología "Sonar" no es complicado realizar transductores multielemento cuya superficie de emisión no sea plana ya que, normalmente, los transductores monoelemento son de grandes dimensiones por lo que no se producen errores apreciables en la disposición física de los mismos dentro de la estructura del array. Esto no es así en el caso de la Ecografía Médica o los Ensayos no Destructivos donde, por la frecuencia usada (f 1 MHz) y la precisión deseada (d 1 mm) la disposición de los monoelementos es crítica. Esto hace que sea necesario diseñar procedimientos de construcción basados en la síntesis del array partiendo de una matriz común en lugar de formarlo juntando monoelementos realizados independientemente. En la actualidad, dado la gran cantidad de Centros de Investigación y empresas que realizan transductores piezoeléctricos de tipo array hay, en consecuencia, multitud de soluciones técnicas para la realización de los mismos. En el caso específico de transductores array con superficie emisora no plana, hay también referencias científicas y tecnológicas. En todos estos casos, se proponen soluciones tecnológicas diferentes ya que las dimensiones, geometría, número de elementos y frecuencia, condicionan fuertemente la técnica constructiva.

En todos los casos citados menos en uno de ellos se usan cerámicas preformadas con la geometría final del array (convexo, cóncavo, etc.) previamente encoladas al material de amortiguamiento -backing-. En el caso singular antes mencionado se usan materiales compuestos piezoeléctricos con matriz plástica para, después de realizar el composite, deformarlo hasta la curvatura deseada. Este método tiene un límite de deformación que depende del tipo de matriz plástica usada y de su grado de adherencia con los elementos cerámicos del compuesto.

La solución que se propone para la realización de transductores multielemento con superficie emisora no plana tiene dos características singulares. La primera es que la cerámica piezoeléctrica base en la que se realizan los cortes para individualizar los distintos monoelementos del array es plana. Al ser plana, no es necesario realizar una adaptación del sistema de corte, cosa que ha de hacerse en el caso de las cerámicas base con geometría cilíndrica. Esta adaptación es, además, distinta para cada caso, lo que complica sobremanera dicha operación. La segunda es que la curvatura final del array puede variar en un gran rango. Como se describe a continuación más detenidamente, la cerámica base se corta estando previamente pegada a un sustrato flexible. Por tanto, tras realizar los cortes, se puede moldear el conjunto cerámicas-sustrato en forma cilíndrica estando únicamente limitado el radio de curva-

tura por la relación entre el espesor de la cerámica y el ancho de corte entre los distintos monoelementos. Este límite es prácticamente inexistente ya que la conocida técnica de subdivisión de monoelementos -subdicing- permite que el radio de curvatura sea tan pequeño como se quiera.

Estas dos características hacen que la solución sea de gran interés tecnológico ya que, por un lado, no se requiere la obtención previa de cerámicas con geometría no plana que son costosas y de escasa fiabilidad resonante y, por otro, se pueden realizar diversas geometrías sin variar el proceso.

Por último, el hecho de realizar los cortes antes de pegar a las cerámicas el material de amortiguamiento -ver la descripción del procedimiento- hace que dicho material no necesite poseer la rigidez mecánica que se requiere cuando se realizan los cortes de la cerámica base estando esta pegada a dicho material de amortiguamiento. Esto da una gran flexibilidad para la elección de dicho material.

El procedimiento que se reivindica puede ser descrito siguiendo las figuras que acompañan a la patente.

1) El primer paso consiste en el pegado de una cerámica piezoeléctrica sobre una malla metálica usando una resina tipo epoxy. El espesor, luz y grosor del hilo han de ser los adecuados para que el material compuesto formado por la malla y el epoxy, constituya una capa de adaptación de impedancias a  $1/4$  a la frecuencia definitiva de resonancia del array. El pegado ha de realizarse bajo la presión controlada estando la malla metálica colocada sobre una superficie rígida. Ha de tenerse en cuenta que se debe aportar la suficiente cantidad de epoxy como para que embeba completamente la citada malla sin que queden incluidas burbujas de aire.

2) Tras realizar la anterior operación se retiran los moldes de pegado limpiándose la superficie metalizada de la cerámica para eliminar los restos de encolante. A continuación se suelda un circuito impreso flexible formado por una pista de cobre (PC1) de un ancho no menor de 5 mm, y de igual longitud que la de la cerámica, de la que parten, perpendicularmente, tantas pistas en paralelo (PCP) como elementos eléctricos finales vaya a tener el array. Las pistas están separadas por la distancia diseñadas como la separación entre dichos elementos eléctricos. La parte de circuito que se suelda a la cerámica siguiendo uno de sus bordes longitudinales es la pista común PC1. El material de aporte en la soldadura ha de ser de bajo punto de fusión bien en forma de pasta o de cinta (fig. 1).

3) El tercer paso constructivo es el corte de la cerámica en el sentido perpendicular a su eje longitudinal. Se realizan tantos cortes como elementos acústicos de array empezando por un extremo, la profundidad del corte ha de ser igual al espesor de la cerámica. El número de elementos acústicos ha de ser un múltiplo entero del número de elementos eléctricos (fig. 1). Dado que el material compuesto resultante del curado del epoxy embebido en la malla metálica presenta una buena flexibilidad, se puede moldear el conjunto formado por la malla y las cerámicas piezo-

léctricas resultantes del corte según superficies no planas. En el caso de un array cóncavo, por ejemplo, el proceso continua colocando el conjunto malla-cerámicas en un molde toroidal de sección rectangular como el de la figura 2. Tras adaptar la malla a la cara interna del molde se rellena el hueco del mismo con un epoxy cargado con micropolvo de alúmina en la proporción adecuada para conseguir una impedancia acústica específica predeterminada. Tras el curado del epoxy se retiran las diversas partes del molde quedando libre el array completo.

El proceso descrito configura una novedosa y sencilla forma de realizar transductores ultrasónicos piezoeléctricos de tipo array con superficie emisora no plana. A pesar de su sencillez se consigue un alto grado de homogeneidad entre los distintos elementos del array disminuyendo asimismo la dificultad del punto más crítico en la realización de un transductor de este tipo:

la soldadura de las pistas del circuito impreso a las distintas cerámicas. Ha de tenerse en cuenta que no se realiza mas que una soldadura sobre la cerámica antes del corte y que la conexión de masa se obtiene por contacto físico entre la malla metálica y la cerámica. Asimismo, al contrario que en otras técnicas anteriormente comentadas, no existe límite en la curvatura final del array así construido.

Descripción de los dibujos:

Fig. 1	DC	Disco de Corte
	CF	Circuito flexible
	CA	Capa de adaptación
Fig. 2	CP	Cerámica piezoeléctrica
	CA	Capa de adaptación
	CF	Circuito flexible
	M	Molde
	EM	Elementos cerámicos

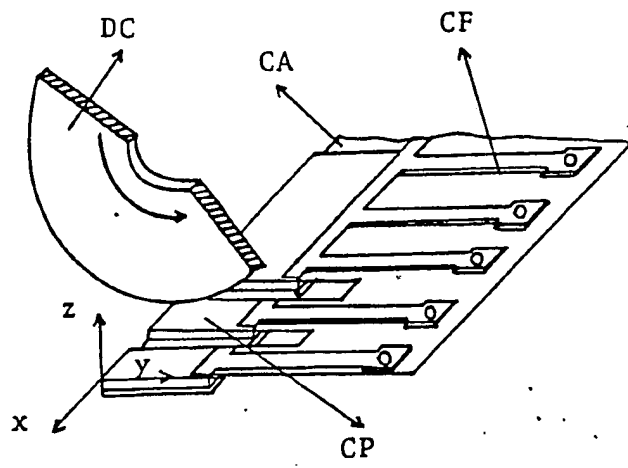


Fig.- 1

léctricas resultantes del corte según superficies no planas. En el caso de un array cóncavo, por ejemplo, el proceso continua colocando el conjunto malla-cerámicas en un molde toroidal de sección rectangular como el de la figura 2. Tras adaptar la malla a la cara interna del molde se rellena el hueco del mismo con un epoxy cargado con micro polvo de alúmina en la proporción adecuada para conseguir una impedancia acústica específica predeterminada. Tras el curado del epoxy se retiran las diversas partes del molde quedando libre el array completo.

El proceso descrito configura una novedosa y sencilla forma de realizar transductores ultrasónicos piezoeléctricos de tipo array con superficie emisora no plana. A pesar de su sencillez se consigue un alto grado de homogeneidad entre los distintos elementos del array disminuyendo asimismo la dificultad del punto más crítico en la realización de un transductor de este tipo:

la soldadura de las pistas del circuito impreso a las distintas cerámicas. Ha de tenerse en cuenta que no se realiza mas que una soldadura sobre la cerámica antes del corte y que la conexión de masa se obtiene por contacto físico entre la malla metálica y la cerámica. Asimismo, al contrario que en otras técnicas anteriormente comentadas, no existe límite en la curvatura final del array así construido.

#### Descripción de los dibujos:

Fig. 1	DC	Disco de Corte
	CF	Circuito flexible
	CA	Capa de adaptación
	CP	Cerámica piezoeléctrica
Fig. 2	CA	Capa de adaptación
	CF	Circuito flexible
	M	Molde
	EM	Elementos cerámicos

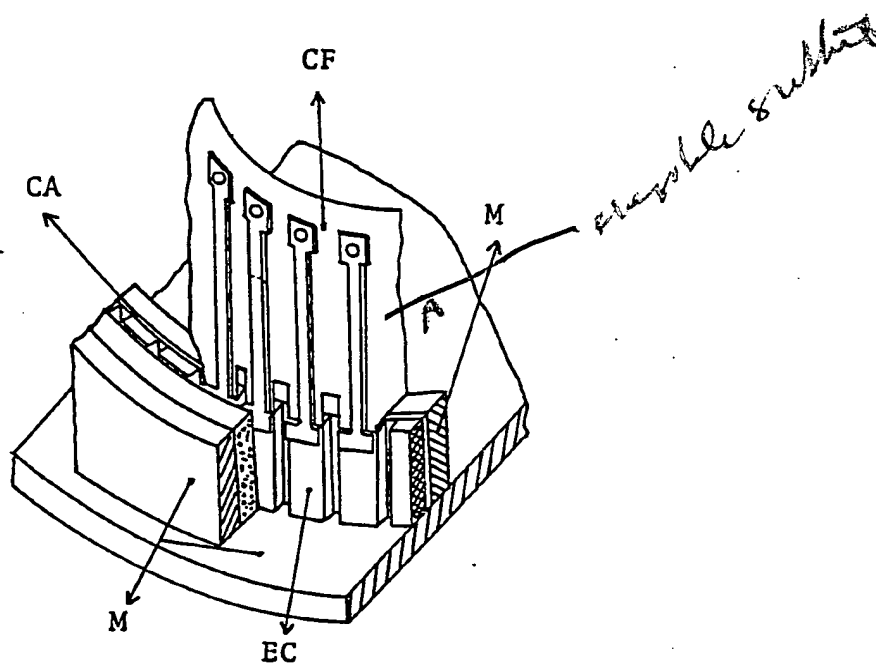


Fig.- 2